

BAB I

PENDAHULUAN

I.1.Latar Belakang

Perkembangan industri kimia di Indonesia terus meningkat, sehingga kebutuhan akan bahan penunjang industri kimia juga bertambah. Namun kebutuhan bahan penunjang tersebut sampai dengan saat ini masih banyak yang didatangkan dari luar negeri. Jika bahan-bahan tersebut dapat diproduksi di dalam negeri, maka dapat menghemat pengeluaran devisa negara dan bahkan dapat meningkatkan nilai ekspor.

Cumene merupakan salah satu bahan penunjang industri kimia yang saat ini masih didatangkan dari luar negeri. Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2011 hingga 2016 impor cumene ke Indonesia berkisar antara 2400-4800 ton. Cumene yang diimport akan diolah oleh industri sebagai bahan *intermediate* untuk pembuatan aseton dan fenol. Berdasarkan data BPS pada tahun 2016 fenol dan aseton masih banyak yang di datangkan dari luar negeri, yakni masing-masing sekitar 18.880 ton dan 76 ton. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa industri di Indonesia masih banyak membutuhkan cumene sebagai bahan *intermediate* dalam pembuatan fenol dan aseton untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun kebutuhan ekspor. Beberapa negara yang membutuhkan cumene adalah USA, Korea, Cina dan Jepang, oleh karena itu pembangunan pabrik cumene di Indonesia ini sangat potensial, apalagi dengan adanya ketersediaan bahan baku propylene dan benzena yang cukup yaitu dari PT. Chandra Asri di Cilegon dan kilang Paraxylene di Cilacap. Selain itu industri cumene sebagai bahan *intermediate* mempunyai prospek yang sangat besar karena belum adanya pabrik sejenis yang didirikan di Indonesia.

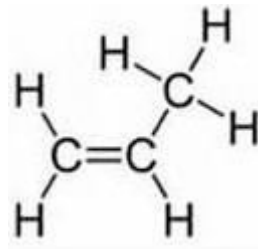
Berdasarkan berbagai pertimbangan di atas maka pabrik cumene ini akan didirikan pada tahun 2020 dengan kapasitas sebesar 30.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor.

I.2.Tinjauan Pustaka

I.2.1 Propilen

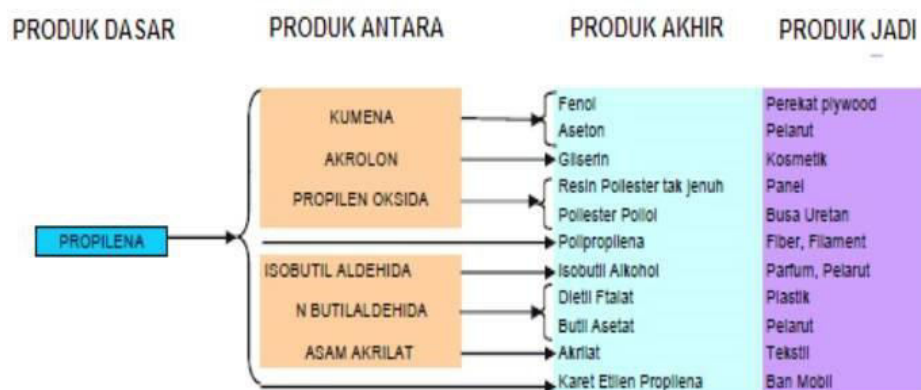
Propilen (C_3H_6) merupakan senyawa organik tak jenuh dengan satu ikatan rangkap (lihat gambar I.1). Senyawa ini menempati urutan ketiga untuk nilai

kelimpahannya di alam setelah etana dan metana dan merupakan produk kedua terpenting dalam industri petrokimia setelah etilen..



Gambar I.1. Struktur Senyawa Propilen

Gambar I.2 menunjukkan posisi cumene sebagai produk antara dari skema pohon petrokimia senyawa propilen, dari produk antara cumene tersebut dapat dihasilkan produk akhir berupa fenol dan aseton, selanjutnya dapat diubah menjadi produk jadi yang banyak digunakan oleh masyarakat sehari-hari seperti pada gambar berikut:

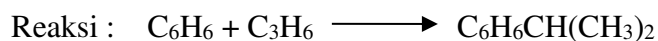


Gambar I.2. Skema Pohon Petrokimia Senyawa Propilen (BKPM, 2011)

Beberapa reaksi propilen diantaranya adalah (Fessenden and Fessenden, 1992)

- Alkilasi

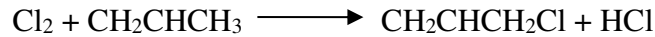
Reaksi alkilasi propilen terhadap benzena dilakukan dengan bantuan katalis AlCl_3 menghasilkan suatu alkil benzena.



- Khlorinasi

Alkil klorida dapat dibuat dengan cara khlorinasi non katalitik terhadap propilen fase gas pada suhu 500°C dalam reaktor adiabatik. Prinsip reaksi ini adalah substitusi sebuah atom Cl terhadap atom hidrogen pada propilen.

Reaksi :



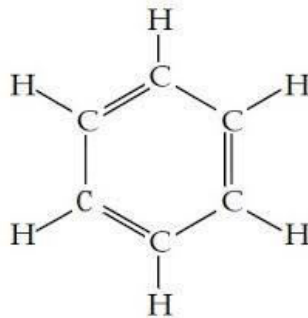
- Oksidasi

Propilen dapat dioksidasi menjadi akrolein dengan bantuan katalis CuO. Umpan masuk reaktor dengan komposisi 20% volume propilen, 20% volume udara dan 60% volume steam dengan waktu kontak satu detik. Pengambilan produk akrolein adalah dengan menggunakan *quench scrubbing effluent* reaktor menggunakan campuran air dan propilen.



I.2.2. Benzene

Benzene pada umumnya digunakan sebagai bahan dasar dari senyawa kimia lainnya. Sekitar 80% benzena digunakan dalam pembuatan senyawa kimia etilbenzena, cumene dan sikloheksan. Dari ketiga senyawa tersebut yang paling terkenal adalah etilbenzena karena merupakan bahan baku stirena, yang selanjutnya diproduksi menjadi plastik dan polimer lainnya, sedangkan cumene digunakan sebagai bahan baku resin dan perekat. Sementara sikloheksana digunakan dalam pembuatan karet, pelumas, pewarna, obat, detergen, bahan peledak dan peptisida. Struktur senyawa benzene ditunjukkan dalam gambar I.3



Gambar I.3. Struktur Senyawa Benzena

Benzena dapat mengalami beberapa reaksi yaitu:

- Reaksi Substitusi

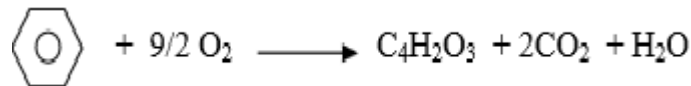
Benzena dapat mengalami reaksi substitusi apabila didukung oleh kondisi yang sesuai, satu atau lebih atom hidrogen pada benzena dapat digantikan dengan

atom-atom seperti halogen(F,Cl,Br,I,At) atau gugus seperti gugus nitro (NO₂) dan gugus sulfonat (HSO₃).



- Reaksi Oksidasi

Dengan oksidator kuat seperti asam permanganat atau asam kromat, benzena dapat dioksidasi menjadi air dan karbondioksida. Reaksi yang paling penting adalah oksidasi katalitik benzena menjadi maleic anhidrid. Sedangkan oksidasi pada fase gas menjadi phenol dilakukan pada suhu 450 – 800°C tanpa adanya katalis.



- Reaksi Akilasi

Reaksi aklilasi benzena dalam industri kimia diantaranya:

- a. Reaksi alkilasi benzena dengan propilen membentuk cumen pada fase cair/gas. Fase cair menggunakan katalis AlCl₃, BF₃, molecular sieve, ataupun resin, sedangkan fase gas menggunakan katalis H₃PO₄ padat.



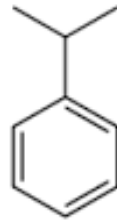
- b. Reaksi alkilasi propilen dengan benzena membentuk deodecylbenzene yang berlangsung pada suhu 115°C dengan menggunakan katalis AlCl₃ padat.



(Kirk and Othmer, 1978)

I.2.3. Cumene

Cumene adalah nama umum untuk *isopropylbenzene*. Senyawa ini pertama kali digunakan sebagai zat tambahan untuk menaikkan nilai oktan minyak mentah dan bahan bakar. Hampir semua cumene yang dihasilkan sebagai senyawa murni pada skala industri dikonversi ke cumene hidropertoksida, yang merupakan produk antara dalam industri fenol dan aseton, dimana kedua bahan tersebut banyak digunakan untuk industri kimia dan polimer. Struktur senyawa cumene ditunjukkan pada Gambar I.4



Gambar I.4. Struktur Senyawa Cumene

Proses pembuatan *cumene* pada awalnya dikembangkan antara tahun 1939 dan 1945 untuk memenuhi permintaan bahan bakar yang memiliki oktan tinggi dalam industri penerbangan. Pada tahun 1989 sekitar 95% penggunaan cumene adalah sebagai bahan baku produksi fenol dan aseton dan sebagian kecil digunakan untuk produksi α -Methylstyrene. Selain itu beberapa unit kilang minyak masih menghasilkan cumene untuk digunakan sebagai *antiknock* konstituen bensin. Sekitar 98% dari cumene digunakan untuk menghasilkan fenol dan aseton (Perdana, 2009).

I.2.4. Katalis QZ-2000

Katalis QZ-2000 adalah katalis zeolit padat yang dapat diregenerasi. Pembuatan katalis ini didasarkan pada formulasi zeolit beta (β) yang dikembangkan oleh UOP (Universal Oil Products) dan digunakan dalam proses Q-Max untuk mengubah benzena dan propilena menjadi produk cumene berkualitas tinggi. Dalam proses Q-Max, benzena pertama kali direaksikan dengan propilena dalam reaktor alkilasi untuk menghasilkan cumena. Katalis QZ-2000 digunakan pada proses Q-Max lama baik pada reaktor alkilasi dan transalkilasi dan pada Q-Max yang baru, sedangkan pada proses 1-max yang baru katalis QZ-2000 hanya digunakan dalam reaktor transalkilasi dan pada alkilasi digunakan QZ-2001. Katalis QZ-2001 yang merupakan pengembangan dari katalis QZ-2000 memiliki stabilitas 2x lebih besar dibandingkan QZ-2000 dan memiliki umur katalis yang lebih tinggi sehingga lebih memungkinkan fleksibilitas operasi unit yang lebih besar (UOP, 2006).

I.3.Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

I.3.1. Propilen

Propilen adalah senyawa organik tak jenuh yang memiliki rumus kimia C_3H_6 , tidak berwarna dan mudah terbakar . Sifat dari propilen ditunjukkan pada tabel I.1

Tabel I.1 Sifat Propilen (PubChem, 2017d)

Sifat	Keterangan
Fase (1 atm)	Gas
Warna/Bau	Tidak berwarna/tidak berbau
Densitas	0,612 g/mL
Titik Didih	-47,7 °C
Titik Beku	-185,2 °C
Kelarutan dalam air	0,61 g/L (25 °C)
Berat Molekul	42,081 gr/mol
Viskositas	8,34 μ Pa (16,7 °C)

I.3.2. Benzena

Benzena adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan menguap. Sifat dari benzena ditunjukkan pada tabel I.2

Tabel I.2 Sifat Benzene (PubChem, 2017a)

Sifat	Keterangan
Fase (1 atm)	Cair
Warna/Bau	Tidak berwarna/tidak berbau
Densitas	0,8756 g/mL (20 °C)
Titik Didih	80,08 °C
Titik Beku	5,5 °C
Kelarutan dalam air	0,8 g/L (25 °C)
Berat Molekul	78,114 gr/mol
Viskositas	0,652 Cp (20 °C)

I.3.3. Katalis QZ-2000

Katalis zeolit yang digunakan adalah QZ-2000 yang berbentuk padat, mudah di regenerasi dan tidak korosif. Sifat dari katalis ini ditunjukkan pada tabel I.3

Tabel I.3 Sifat QZ-2000 (UOP LLC,2006)

Sifat	Keterangan
Bentuk	<i>Extrudate</i>
Nominal diameter	1,6 mm
ABD	550 kg/m ³

I.3.4. Cumene

Cumene adalah nama umum untuk *isopropylbenzene*, merupakan senyawa organik yang merupakan hidrokarbon aromatik, berbentuk cairan tak berwarna, beracun mudah terbakar, dan berbahaya bagi lingkungan. Sifat dari senyawa ini ditunjukkan pada Tabel I.4 :

Tabel I.4 Sifat Cumene (PubChem, 2017b)

Sifat	Keterangan
Fase (1 atm)	Cair
Warna/Bau	Tidak berwarna/tidak berbau
Densitas	0,862 g/mL (20 °C)
Titik Didih	152 °C
Titik Beku	-96 °C
Kelarutan dalam air	Tidak larut dalam air (larut dalam acetone, ather, ethanol)
Berat Molekul	120,195 gr/mol
Viskositas	0,777 Cp (20 °C)

I.3.5. Hasil Sampling

Hasil sampling dari proses pembuatan cumene adalah diisopropilbenzena (DIPB). Diisopropilbenzena (DIPB) adalah cairan yang mudah menguap sehingga sangat mungkin terhirup ataupun kontak dengan kulit manusia. Sifat dari senyawa ini ditunjukkan pada tabel I.5

Tabel I.5 Sifat Diisopropilbenzena (DIPB) (PubChem, 2017c)

Sifat	Keterangan
Fase (1 atm)	Cair
Warna	Tidak berwarna
Densitas	0,870 g/mL (0 °C)
Titik Didih	204 °C (760 mm Hg)
Titik Beku	-57 °C
Berat Molekul	162,276 gr/mol

I.4.Kegunaan dan Keunggulan Produk

I.4.1. Kegunaan Produk

Kegunaan produk cumene adalah sbb :

- Bahan baku pembuatan fenol dan aseton
- Bahan baku dalam industri pembuatan pupuk
- Bahan perantara pembuatan resin

- d. Pelarut pada industri cat
- e. Bahan baku pembuatan *asetophenone*
- f. Bahan pembantu pada industri pembuatan asam *terephthalate*

I.4.2. Keunggulan Produk

Cumene merupakan salah satu bahan *intermediate* yang sangat dibutuhkan di Indonesia, namun saat ini masih belum ada pabrik yang memproduksi cumene, sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri cumene masih diimpor. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya nilai impor cumene. Oleh karena itu prarencana pabrik cumene merupakan peluang bagi Indonesia untuk dapat menghasilkan produk cumene sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan membuka lapangan kerja.

Dengan menerapkan teknologi q-max process, produk cumene yang dihasilkan memiliki keunggulan yakni kemurnian produk yang cukup tinggi yaitu 99%. Kemurnian tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan yang dijual di pasaran saat ini yaitu kemurnian 99,8%.

I.5. Penentuan Kapasitas

I.5.1. Analisa Pasar dan Pertimbangan Teknis

Pabrik cumene akan didirikan pada tahun 2020. Selama ini kebutuhan cumene di Indonesia seluruhnya diimpor dari luar negeri. Data impor cumene selama kurung waktu 10 tahun ini ditunjukkan dalam tabel I.6.

Tabel I.6 Data Impor Cumene (BPS, 2016)

Tahun	Impor Cumene Kg/tahun
2008	2.785.305
2009	2.851.382
2010	4.801.985
2011	2.704.290
2012	2.840.196
2013	3.816.446
2014	2.472.431
2015	2.981.695
2016	2.901.318

Pada tabel I.6 terlihat bahwa kebutuhan cumene di Indonesia selama kurung waktu 10 tahun terakhir berkisar antara 2400 ton-4800 ton/tahun. Mengingat impor cumene yang fluktuatif pada kisaran tersebut maka diperkirakan kebutuhan cumene pada tahun 2020 sekitar 4000 ton/tahun.

Selain pertimbangan kebutuhan pasar, kapasitas pabrik cumene ini juga ditentukan juga berdasarkan data kapasitas pabrik sejenis yang sudah ada yang ditunjukkan dalam Tabel I.7

Tabel I.7 Kapasitas Global Pabrik Cumene (ICIS, 1999)

Company	Location	Capacity (ton/year)
Dow	Terneuzen, Netherlands	400.000
Slovnaft	Bratislava, Slovakia	55.000
EniChem	Porto Torres, Sardinia	2.901.00
Georgia Gulf	Pasadena, Texas	680.000
Severodonetsk	Severodonetsk, Ukraine	30.000
Huntsman	West Footscray, Australia	30.000
Taiwan Prosperity	Kaohsiung, Taiwan	130.000
Kumho Shell	Yeochoon, Korea	280.000

Berdasarkan data ICIS (1999) kapasitas pabrik cumene berada pada kisaran 30.000 -725.000 ton/tahun. Oleh karena itu diputuskan bahwa pabrik cumene akan dibangun dengan kapasitas sama dengan kapasitas terkecil dari pabrik sejenis yang sudah ada, yaitu 30.000 ton/tahun. Hal tersebut dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kerugian karena kapasitas yang terlalu kecil. Dari 30.000 ton/tahun tersebut, 4.000 ton/tahun akan dijual di dalam negeri, sedangkan yang 26.000 ton/tahun akan diekspor untuk menambah devisa negara.

1.5.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan dalam pembuatan cumene adalah propilene dan benzene. Pabrik direncanakan akan beroperasi selama 330 hari/tahun dan 24 jam perhari. Besarnya bahan baku yang dibutuhkan untuk memproduksi 30.000 ton cumene/tahun adalah :

Konversi : 99%

Untuk mengubah 1 mol propilene menjadi cumene dibutuhkan 2 mol benzene.

Cumene yang diproduksi = 30.000.000 kg/tahun = 3.910,06 kg/hr = 32,58 kmol/hr

Propilene yang dibutuhkan = $\frac{32,58}{0,99} = 33,16 \text{ kmol/hr} = 1395,53 \text{ kg/hr} = 11052,63 \text{ ton/tahun}$

Benzene yang dibutuhkan = $33,16 \times 2 = 66,32 \text{ kg/hr} = 40,932 \text{ ton/tahun}$

Ketersediaan bahan baku propilen diperoleh dari PT Chandra Asri di Cilegon (kapasitas 470.000 ton per tahun). Sedangkan bahan baku benzene di peroleh dari Kilang Paraxylene di Cilacap (kapasitas 270.000 ton per tahun). Berdasarkan perhitungan tersebut, bahan baku yang disediakan oleh PT Chandra Asri di Cilegon dan Kilang Paraxylene di Cilacap dapat memenuhi kebutuhan bahan baku pabrik cumene.